

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-255429

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

G02B 6/13

(21)Application number : 2000-068388

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 13.03.2000

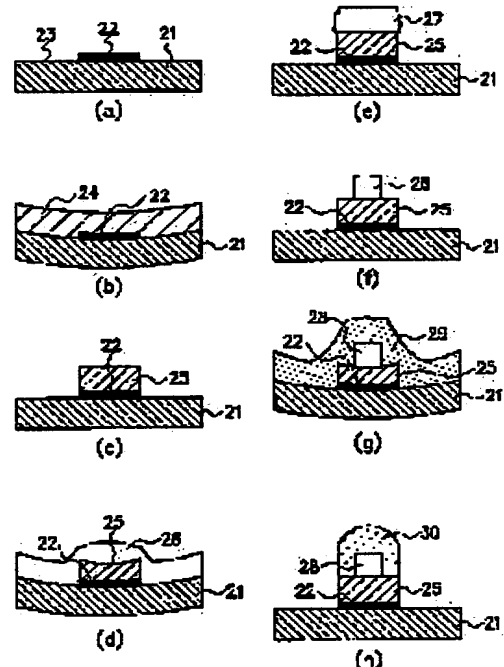
(72)Inventor : KATO YUJIRO  
TOMARU AKIRA  
HIKITA MAKOTO  
ENBUTSU KOUJI  
MARUNO TORU  
HAYASHIDA SHOICHI  
KURIHARA TAKASHI

## (54) OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide and its manufacturing method capable of preventing the generation of cracks and peelings caused by the difference of a coefficient of thermal expansion between a substrate and optical waveguide material.

SOLUTION: The area where a core is formed on the surface of the substrate 21 and its vicinity are formed into the area 22 excellent in adhesiveness with optical waveguide material, the area other than it is formed into the area 23 insufficient in adhesiveness with the optical waveguide material, the area where the core is formed and the part other than its vicinity of a lower clad layer film 24 formed on the substrate are peeled to form a lower clad 25, the part other than the lower clad 25 of a core layer film 26 formed on the substrate is peeled to form a core 28, and the part other than the lower clad 25 of an upper clad layer film 29 formed on the substrate is peeled to form an upper clad 30.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-255429

(P 2001-255429 A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001. 9. 21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

G 0 2 B 6/122

G 0 2 B 6/12

A 2H047

6/13

M

審査請求 未請求 請求項の数 8

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-68388 (P2000-68388)

(22) 出願日 平成12年3月13日 (2000. 3. 13)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 加藤 雄二郎

東京都千代田区大手町2丁目3番1号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 都丸 暁

東京都千代田区大手町2丁目3番1号 日本

電信電話株式会社内

(74) 代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝

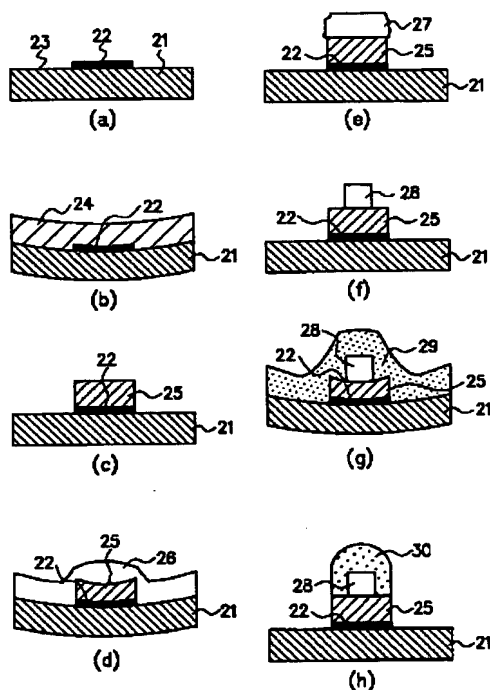
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板と光導波路材料との熱膨張率差に起因するクラックや剥離の発生を防止し得る光導波路およびその製造方法を提供すること。

【解決手段】 基板 21 表面のコアが形成されるべき領域およびその近傍を光導波路材料との接着性が良好な領域 22 とし、それ以外の領域を光導波路材料との接着性が不良な領域 23 とし、基板上に形成された下部クラッド層膜 24 のうち、コアが形成されるべき領域およびその近傍以外の部分を剥離して下部クラッド 25 とし、基板上に形成されたコア層膜 26 のうち、下部クラッド 25 上以外の部分を剥離し、コア 28 を形成し、基板上に形成された上部クラッド層膜 29 のうち、下部クラッド 25 上以外の部分を剥離して上部クラッド 30 とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成される下部クラッド、コアおよび上部クラッドを備えた光導波路において、基板上のコアが形成されるべき部位およびその近傍のみに形成された下部クラッドと、前記下部クラッド上に形成されたコアを覆い、かつ前記下部クラッド上のみに形成された上部クラッドとを備えたことを特徴とする光導波路。

【請求項 2】 シリコンまたはガラス基板上に形成された高分子材料からなる光導波路であることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路。

【請求項 3】 基板上に下部クラッド、コアおよび上部クラッドを備えた光導波路を形成する光導波路の製造方法において、基板上に下部クラッド層を形成し、前記形成された下部クラッド層のうち、コアが形成されるべき部位およびその近傍のみを残してそれ以外の部分を除去して下部クラッドを形成し、前記下部クラッド上にコアを形成し、前記下部クラッドおよびコアが形成された基板上に上部クラッド層を形成し、前記形成された上部クラッド層のうち、コアを含む下部クラッド上のみを残してそれ以外の部分を除去して上部クラッドを形成したことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 4】 基板上に下部クラッド、コアおよび上部クラッドを備えた光導波路を形成する光導波路の製造方法において、基板表面のうち、コアが形成されるべき領域およびその近傍のみを光導波路材料との接着性が良好な領域となし、かつそれ以外の領域を接着性が不良な領域となし、前記基板上に下部クラッド層を形成し、前記形成された下部クラッド層のうち、前記光導波路材料との接着性が良好な領域上の下部クラッド層のみを残すように前記接着性が不良な領域上の下部クラッド層を除去して下部クラッドを形成し、前記下部クラッドが形成された基板上にコア層を形成し、前記形成されたコア層のうち、前記下部クラッド上のみを残してそれ以外の部分を除去し、前記残されたコア層のうち選択された部分のみをコアとして加工し、前記下部クラッドおよびコアが形成された基板上に上部クラッド層を形成し、前記形成された上部クラッド層のうち、コアを含む下部クラッド上のみを残すように前記接着性が不良な領域上の上部クラッド層を除去して上部クラッドを形成したことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 5】 基板表面自体と光導波路材料との接着性が不良な場合、基板表面のうち、コアが形成されるべき

領域およびその近傍のみを表面処理することにより、光導波路材料との接着性が良好な領域を形成することを特徴とする請求項 4 記載の光導波路の製造方法。

【請求項 6】 基板表面自体と光導波路材料との接着性が良好な場合、基板表面のうち、コアが形成されるべき領域およびその近傍以外を表面処理することにより、光導波路材料との接着性が不良な領域を形成することを特徴とする請求項 4 記載の光導波路の製造方法。

【請求項 7】 基板としてシリコンまたはガラス基板を用い、光導波路材料として高分子材料を用いたことを特徴とする 4 乃至 6 いずれか記載の光導波路の製造方法。

【請求項 8】 下部クラッド層、コア層および上部クラッド層の除去のうちの少なくとも 1 つは、除去すべき領域と残すべき領域との境界近傍に切り込みを入れ、除去すべき領域を剥離することにより行うことを特徴とする請求項 7 記載の光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、応力に起因するクラックや剥離を防止し得る光導波路およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】高分子材料を用いた光導波路は、光学ガラス材料や無機光学結晶材料を用いた光導波路と比較して、超高真空装置を用いることなくスピンコートでの塗布およびたかだか 200℃乃至 400℃程度の比較的低温での焼成により硬化させることによって光学膜形成が可能であることや、酸素プラズマ等により容易に加工できる等の利点があり、低価格で高機能の光導波路部品への応用が期待され、検討が進められている。

【0003】ところが、利点ばかりが強調されてはいるものの、解決すべき課題も多い。中でも、高分子材料と基板材料との熱膨張係数の差に伴い、焼成・硬化後、室温まで冷却した際には、ほとんどの場合、高分子膜に強い引っ張り応力が生じ、その応力のためにその後の導波路作製プロセスや部品化プロセスにおいて、高分子膜にクラックや剥離が発生するという問題には、今のところ根本的な解決法は見いだされていない。

【0004】高分子光導波路の作製は、理想的には、図 1 に示す、以下のような工程で行われる。

【0005】まず、シリコンやガラスの基板 11 上に、高分子光学膜となるべき材料を溶剤等に溶解した溶液や、熱あるいは光照射により重合して高分子光学膜となる液状の材料を、例えばスピンコートにより塗布する。しかる後、オープン中での加熱や光照射等により、溶剤を蒸発させたり、重合させることにより硬化させて、光導波路の下部クラッドとなるべき第 1 の高分子光学膜 12（以下、高分子膜あるいは光学膜と称する。）とする（図 1（a））。

【0006】次に、下部クラッドとなるべき第 1 の光学

膜12を形成した基板11上に、硬化後には前記下部クラッドよりもわずかに屈折率が高い光学膜となるように調整された溶液をスピンコートにより塗布し、第1の光学膜と同様にしてオープン中での加熱や光照射等により硬化させて、光導波路のコアとなるべき第2の光学膜13を形成する(図1(b))。

【0007】次に、第2の光学膜13上に金属膜やレジスト膜等を形成し、フォトリソ工程およびエッチング等により、チャンネル導波路のコア以外の部分の金属膜やレジスト膜を除去する。しかる後、金属膜やレジスト膜等14をマスクにして、第2の光学膜13をエッチング等により加工し、チャンネル導波路のコア15を得る(図1(c))。

【0008】最後に、チャンネル導波路のコア15上に残存する金属膜やレジスト膜等14を除去し、下部クラッドと同等の屈折率を有する上部クラッドとなるべき第3の光学膜16を、第1あるいは第2の光学膜と同様の手法により形成して高分子光導波路の作製を終了する(図1(d))。

【0009】ここで、図1は、あくまで理想的な工程の模式図であって、応力に伴う基板や膜の反りおよびクラックや剥離の発生等を全く考慮していないことを認識すべきである。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】基板材料であるシリコンやガラスの熱膨張係数が $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ あるいは $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 台であるのに対して、高分子材料の熱膨張係数は $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ あるいは $10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ 台と大きい。このような高分子材料からなる光学膜を、特に $300^{\circ}\text{C}$ 程度の加熱により硬化させた後、室温まで冷却すると、1%程度のミスマッチが基板との間に生ずることになる。

【0011】このミスマッチのために、高分子膜には引っ張り応力が生じ、それを少しでも緩和しようとして基板を圧縮する形で高分子膜を形成した側に凹状に反らせることとなる。即ち、焼成直後の温度が高い状態では、基板と高分子膜とは殆ど反っていることはないが、室温まで冷却すると、反りが生ずる。図2はこれを模式的に示す。図2(a)中の17は焼成直後の高分子膜、図2(b)中の18は焼成後、室温まで冷却した高分子膜である。

【0012】また、加熱による重合・硬化だけでなく、例えば光照射により重合・硬化させた場合にも、重合反応により高分子膜は収縮するため、同様に基板との間に応力が生じ、高分子膜は引っ張り応力を受け、基板は圧縮応力を受けることを認識すべきである。

【0013】前述した従来の高分子光導波路の構造において、第2の高分子膜まで形成・硬化させて室温まで冷却した段階(光照射による重合・硬化においては、重合反応終了後)では、図3(a)に示すように、実際には上述のように基板11の高分子膜を形成した側では、下

部クラッドとなる第1の高分子膜12および加工後にコアとなる第2の高分子膜13の両者から圧縮応力を受けて凹状に反っている。

【0014】従来、チャンネル導波路のコア15以外の第2の高分子膜13は、マーカ等を除いて殆どが不要な部分であるとして除去されていた。即ち、コアを含めて、加工後に残存する第2の高分子膜の面積の、加工前の面積に対する割合は、高々数%以下程度であった。この不要とされる部分を除去することにより、基板11への圧縮応力は緩和され、図3(b)に示すように、基板11の反りは小さくなる。

【0015】基板の反りが小さくなるということは、高分子膜側から見れば、より強い引っ張り応力が生ずることを意味する。加工後の第1の高分子膜12は加工前に比較して、さらに伸ばされることになる。さらに伸ばされることに抗しきれず、図3(c)に示すように、応力の集中するコア15の下部と下部クラッド12の境目周辺にクラック19や剥離が発生することがしばしばある。

【0016】クラックは、コアを加工する間にも、加工後にも、さらには導波路作製を終わった後においても発生することがある。クラックが発生すると、導波路の伝搬損失の増加や光の閉じ込め不良、さらには信頼性の低下という問題にも至る。図3(d)はクラックの発生した導波路の断面構造を模式的に示すものである。また、剥離は下部クラッドと基板との間で発生することも多い。

【0017】本発明の目的は、このようなクラックや剥離の発生という問題点に鑑み、光導波路材料への応力の増加を押さえることにより、クラックや剥離の発生を防止し、もって低損失で信頼性の高い光導波路およびその製造方法を提供することにある。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、上述の光導波路におけるクラックや剥離の発生という問題点を解決するため、光導波路を形成するための基板上のコアを含むコア近傍のごく一部の下部クラッド層のみを残して基板面上の殆どの下部クラッド層を除去し、前記の基板上にごく一部だけ残された下部クラッド層上の一部にコアを形成し、かつ前記残された下部クラッド層上に前記コアを覆うように上部クラッド層を形成することにより、下部クラッド、コアおよび上部クラッドと基板との間の応力をできる限り解放し、もって導波路におけるクラックや剥離の発生を防止するものである。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】本発明の光導波路およびその製造方法の実施の形態を図4を参照しながら説明する。

【0020】まず、例えば基板と光学膜との接着性が不良である場合には、基板上の下部クラッドを残したい部分(コアが形成されるべき部位およびその近傍)に選択

的に下部クラッド層との接着性を改善した領域（接着性改良部）を形成する。この接着性の改善は、接着剤の塗布でも良いし、プラズマ等による表面処理でも良い。あるいは基板と光学膜との接着性が良好である場合には、前記基板上の下部クラッドを残したくない部分（剥離部）に選択的に下部クラッドを剥離するための表面処理を施しておく。剥離のための表面処理は、例えば化学的エッチングで選択的に除去可能な金属膜や誘電体膜の形成でも、もともと基板との接着性の不良なフッ素化樹脂や誘電体等の膜の形成でも良い。

【0021】また、選択的に接着性改良部あるいは剥離部を形成する方法としては、例えばフォトリソプロセスによりレジスト膜のマスクを形成してマスクで覆われていない部分の接着剤を除去したり、マスクで覆われていない部分をプラズマで処理したり、マスクで覆われていない部分に剥離のための処理を行ったりして、しかる後にレジストマスクを除去することが適用できるであろう。

【0022】このようにして接着性改良部22あるいは剥離部23を形成した基板21（図4（a））上に、下部クラッドとして機能する光学膜となるべき材料を溶剤等に溶解した溶液や、熱あるいは光照射により重合して光学膜となる液状の材料を例えばスピコートにより塗布し、オープン中での加熱や光照射等により、溶剤を蒸発させたり、重合させることにより硬化させて、図4（b）に示すように、光導波路の下部クラッド層膜24とする。

【0023】ここで、たとえ接着性が悪い領域が大部分を閉めていたとしても、剥離のきっかけを与えない限り、下部クラッド層膜24が焼成温度から室温まで冷却される間に収縮して基板21に凹状の反りが生ずること、即ち下部クラッド層膜24には引っ張り応力が加わることにより留意すべきである。

【0024】次に、下部クラッド層膜24の一部に傷をつけたり、あるいは一部にドライエッチングを施すなどして剥離のきっかけを与えるか、あるいは接着性改良部22以外の下部クラッド層24をドライエッチングで除去するか、剥離のための処理が、剥離されるべき下部クラッド層24の下地層の金属膜の化学的エッチングによる除去である場合にはそれを行って、図4（c）に示すように、基板上の所望の一部の領域、即ち接着性改良部22上にのみ下部クラッド25が残るようにする。

【0025】この下部クラッド25は基板1上のごく一部の面積を占めているだけであり、基板1の反りは殆ど解消している。さらに、基板の反りがなくなることにより下部クラッド25への引っ張り応力は一見強くなるように思われるが、剥離の際には下部クラッド層25は接着性改良部22に向かって収縮するために、応力は若干緩和されるものと考えて良い。

【0026】また、クラッド材料に、例えば光硬化性樹脂（LTV硬化樹脂等）を用いる場合には、接着性が改

善された部分にのみマスクを通して光を照射して、接着性が不良の領域の樹脂は溶剤で除去する方法も考えられる。

【0027】次に、下部クラッド25まで形成した基板上に、基板と光学膜との接着性が不良である場合にはそのまま、硬化後には前記下部クラッドよりもわずかに屈折率の大きい光学膜となるように調整された溶液をスピコートにより塗布して、下部クラッド層と同様にしてオープン中での加熱や光照射等により硬化させて、図4（d）に示すように、光導波路のコアとなるべきコア層膜26を形成する。なお、基板と光学膜との接着性が良好である場合には、下部クラッド25以外の領域に剥離のための処理を施してからコア層膜を形成する。

【0028】次に、図4（e）に示すように、下部クラッド25以外の領域のコア層膜を予め下部クラッドと同様に剥離させると、コアへの応力が緩和されることは、下部クラッドの場合と同様である。

【0029】その後、残されたコア層膜27上に金属膜やレジスト膜等を形成して、フォト工程およびエッチング等により、チャンネル導波路のコア以外の金属膜やレジスト膜を除去する。しかる後、金属膜やレジスト膜をマスクにして、コア層膜をエッチング等により加工して、図4（f）に示すように、チャンネル導波路のコア（コアリッジ部）28を得る。

【0030】次に、コア28まで形成した基板上に、基板と光学膜との接着性が不良である場合にはそのまま、硬化後には前記下部クラッドと同等の屈折率を有する光学膜となるように調整された溶液をスピコートにより塗布して、下部クラッド層と同様にしてオープン中での加熱や光照射等により硬化させて、図4（g）に示すように、光導波路の上部クラッドとなるべき上部クラッド層膜29を形成する。なお、基板と光学膜との接着性が良好である場合には、下部クラッド25以外の領域に剥離のための処理を施してから上部クラッド層膜を形成する。

【0031】最後に、図4（h）に示すように、下部クラッド25以外の領域の上部クラッド層膜29を下部クラッドと同様に剥離させると、上部クラッド30への応力が緩和されることは、下部クラッドの場合と同様である。上部クラッド30の加工は、このように単に剥離のみによってもいいし、必要であれば、残された上部クラッドの一部をエッチングによりトリミングすることもあって良い。

【0032】本発明の光導波路においては、コア層膜に対してのみコアリッジ部およびマーカ等、ごく一部を残して殆どの部分を除去するという従来の構造と相違して、下部クラッド層膜および上部クラッド層膜に対しても、意図的な剥離により必要最小限度の領域の下部クラッドおよび上部クラッドのみを残存し、剥離の際の光学膜の接着部に向かっての収縮を利用して、光導波路への

応力増加を緩和できるため、導波路での剥離やクラックの発生を防止できるという利点がある。

【0033】上記構造において、どのような下部クラッドを残すかに関しては、導波路コアからの光の漏れ出しがなければ、基本的にはできるだけ狭い面積にのみ残すことが好ましい。また、本発明の光導波路は、特に高分子導波路においては、クラックの発生や剥離を防止するという利点が最も大きい、応力の増加を押さえることから、応力に伴う偏波依存損失の改善に資することを忘れてはならない。これは、例えば石英導波路に対しても

【0034】

【実施例】片面研磨でおよそ0.5  $\mu\text{m}$ の厚さの熱酸化膜のついた0.5mm厚の4インチシリコン基板（（100）方位）を用意し、本発明に基づくフッ素化ポリイミドからなる3次元埋め込み型光導波路の作製を行った。フッ素化ポリイミドと熱酸化シリコン膜との密着性は大変悪いので、まず、下部クラッドを形成すべき領域に対して熱酸化膜表面をプラズマ等により改質し、ある

いはシランカップリング材やポリイミドワニス等の接着剤の塗布およびキュアにより、フッ素化ポリイミドとの接着性の改善を行っておかなければならない。

【0035】プラズマによる処理を行う場合には、予め選択された領域以外をフォトリソ等で覆っておくことが必要である。また、ワニス等の塗布を行う場合には、キュア後、フォトリソプロセスおよびエッチングにより不要な部分のワニス等を除去しておかなければならない。

【0036】このように選択的に接着性が改善された領域を有する基板に対して、フッ素化ポリイミド酸溶液をおよそ7  $\mu\text{m}$ の厚さにスピンコートにより上記シリコン基板上に塗布し、オープン中で加熱することにより下部クラッド層膜とした。加熱温度はポリイミド酸が重合してポリイミドとなるのに十分な300℃以上とするのが好ましく、また、できれば、窒素等の不活性ガスを導入しながら行うとさらに好ましい。下部クラッド層の厚さは、特に7  $\mu\text{m}$ である必要はなく、光の閉じ込めに必要にして十分な厚さであれば問題はない。例えば、5  $\mu\text{m}$ 程度でも、また10  $\mu\text{m}$ 以上あっても良い。

【0037】このようにして形成した下部クラッド層膜に対して、外周歯やレーザートリミングの装置を用いて、接着性改良部と接着性不良部との境界近傍、例えば境界のわずかに外側に若干の切り込みを入れておいて、基板の端部の数カ所から鋭利なカッターナイフで傷をつ

け、これによって剥離した部分の膜をピンセットでつまんで持ち上げることにより、下部クラッド層は容易に剥離でき、予め選択された接着性改良部以外の下部クラッド層膜を除去した。

【0038】なお、剥離による除去の後、下部クラッドの端部のトリミングのためにエッチングを行うことには

何らの問題もない。また、傷をつけての剥離以外に通常のプロセスおよびエッチングにより、接着性改良部の下部クラッド層膜のみを残す検討も行ったが、両者に差異は見られなかった。曲線導波路等に対しては、エッチングによる方法が下部クラッドの占有面積の制御が容易であることは当然である。

【0039】次に、選択的に形成された下部クラッド上に、加熱重合の後には下部クラッドと比較して通信波長領域（1.31乃至1.55  $\mu\text{m}$ 波長）においてわずかに屈折率が大きくなるように調整されたフッ素化ポリイミド酸溶液を、およそ7  $\mu\text{m}$ の厚さにスピンコートし、オープン中で加熱・キュアしてコア層膜とした。コア層膜の膜厚はクラッドとの屈折率差を勘案して決める必要があることは言うまでもない。

【0040】このようにして形成したコア層膜に対して、下部クラッドと同様に、下部クラッド領域のわずかに外側に切り込みを入れておいて、基板端部にナイフで傷をつけての剥離を行い、さらに下部クラッド上に残されたコア層膜の上にコアリッジ部を加工するための金属マスクを形成した。金属マスクの材料はポリイミド材料とのドライエッチングの選択比が大きいものであればどのようなものでも良く、金属マスクそのものがドライエッチングにより容易に加工できるチタン、ニオブ、モリブデン、タンタル等が特に好ましいが、銅、クロム、アルミニウム、マグネシウム、金、銀、白金等でも問題はない。

【0041】金属マスクの加工は、フォトリソにより金属膜上にレジストパターンを形成しておいて、そのレジストパターンをマスクとして金属膜を反応性イオンエッチングやイオンビームエッチング等により不要な部分を除去することにより行うことができる。

【0042】このようにして形成した金属マスクを用いてエッチングによりコアリッジ部の加工を行った。なお、コア層膜と下部クラッドとの密着性は良好であるため、特に接着性の改善を行う必要はないが、プラズマで下部クラッドの表面を処理しておくことには何らの問題もない。

【0043】ところで、本願発明においては、図4に示したように、コア28の周辺のみ下部クラッド25を残すが、コアと下部クラッドの端部との距離は、導波路のコアとクラッドとの屈折率差によりその最小値は異なるものとなるが、少なくともコアからクラッドの外側への導波光の漏れ出しがないことをもとにできるだけ小さい値に決定すれば良い。これを満足できれば、膜への応力を緩和するには距離は小さいことが好ましく、クラックの防止が困難な高分子材料に関してはできることなら5  $\mu\text{m}$ 以下まで小さくすべきである。

【0044】しかし、現実的には、技術と歩留まり、マスク合わせ等の観点から、さらには高分子膜への応力の緩和の効果が十分でありさえすれば10  $\mu\text{m}$ 以上、例え

ば  $50\mu\text{m}$  程度あるいはそれ以上であっても問題はない。また、言うまでもないことであるが、上記距離は導波路チップ上で一様である必要はない。例えばコア同士を近接させるところでは、それを優先しなければならない。

【0045】その後、コアリッジ部上の金属マスクを除去してから下部クラッドと同等の屈折率となるフッ素化ポリアミド酸溶液を用いてスピコート、加熱により、およそ  $10\mu\text{m}$  程度の厚さの上部クラッド層膜を形成した。このようにして形成した上部クラッド層膜に対し、下部クラッドと同様にして、下部クラッド領域のわずかに外側に切り込みを入れておいて、基板端部にナイフで傷をつけての剥離を行い、残った部分を上部クラッドとして、本願発明の光導波路を作製した。

【0046】このようにして作製した導波路には、クラックや剥離は全く生じなかった。一方、下部クラッドや上部クラッドがほぼ基板の全面に存在する従来の構造の光導波路を、基板全面に対して接着性改善の処理を行うことと、剥離のプロセスを行わないこと以外は同一にして作製したところ、コア下部と下部クラッドとの間にクラックが発生している箇所が多数見られ、さらに導波路チップの端部から膜の剥離も生じた。

【0047】この他に、フッ素化ポリイミド以外の各種高分子材料、例えばシリコン樹脂、PMMA、UV硬化や剥離の発生は見られず、従来の構造については、複

数の箇所ではクラックや剥離の発生が見られた。

#### 【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光導波路におけるクラックや剥離の発生という問題点を解決するために、光導波路を形成するための基板上のコアを含むコア近傍のごく一部の下部クラッド層のみを残して基板面上の殆どの下部クラッド層を除去し、前記の基板上にごく一部だけ残された下部クラッド層の一部にコアを形成し、かつ前記残された下部クラッド層上に前記コアを覆うように上部クラッド層を形成することにより、下部クラッド、コアおよび上部クラッドと基板との間の応力をできる限り解放し、これによって導波路におけるクラックや剥離の発生を防止できる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光導波路の製造方法の一例を示す工程図

【図2】基板と光学膜とのミスマッチによる基板の反りの発生を示す模式図

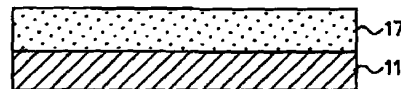
【図3】応力に伴うクラックの発生を示す模式図

【図4】本発明の光導波路およびその製造方法の実施の形態の一例を示す工程図

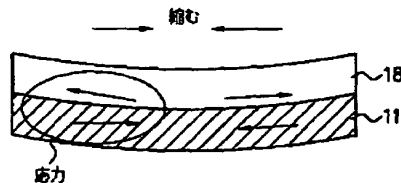
#### 【符号の説明】

21：基板、22：接着性改良部、23：剥離部、24：下部クラッド層膜、25：下部クラッド、26：コア層膜、27：剥離後に残されたコア層膜、28：コア、29：上部クラッド層膜、30：上部クラッド。

【図2】



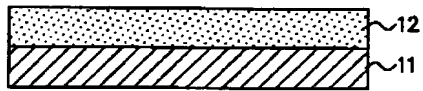
(a)



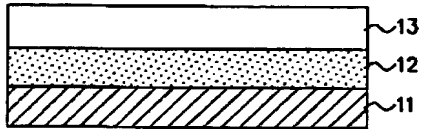
(b)



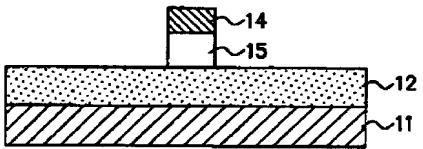
【図 1】



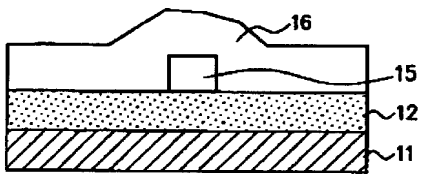
(a)



(b)

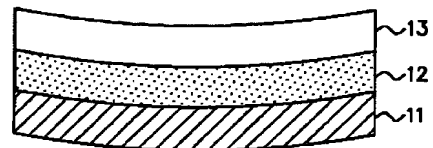


(c)

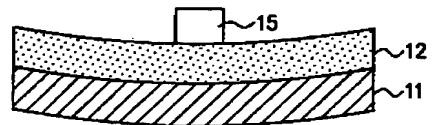


(d)

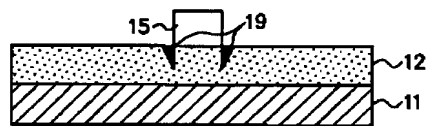
【図 3】



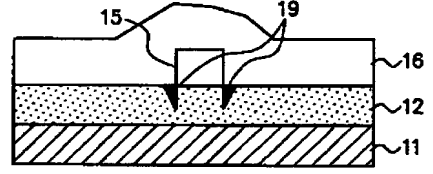
(a)



(b)

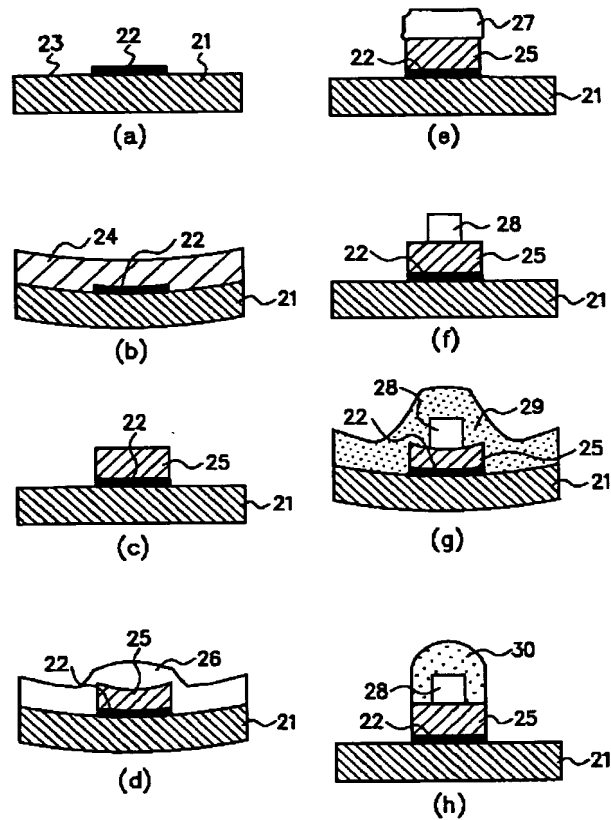


(c)



(d)

【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 疋田 真  
東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 圓佛 晃次  
東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 丸野 透  
東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 林田 尚一  
東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 栗原 隆  
東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日  
本電信電話株式会社内

F ターム (参考) 2H047 KA04 PA24 PA28 QA02 QA04  
QA05 TA00